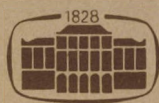


# ÉRTEKEZÉSEK EMLÉKEZÉSEK

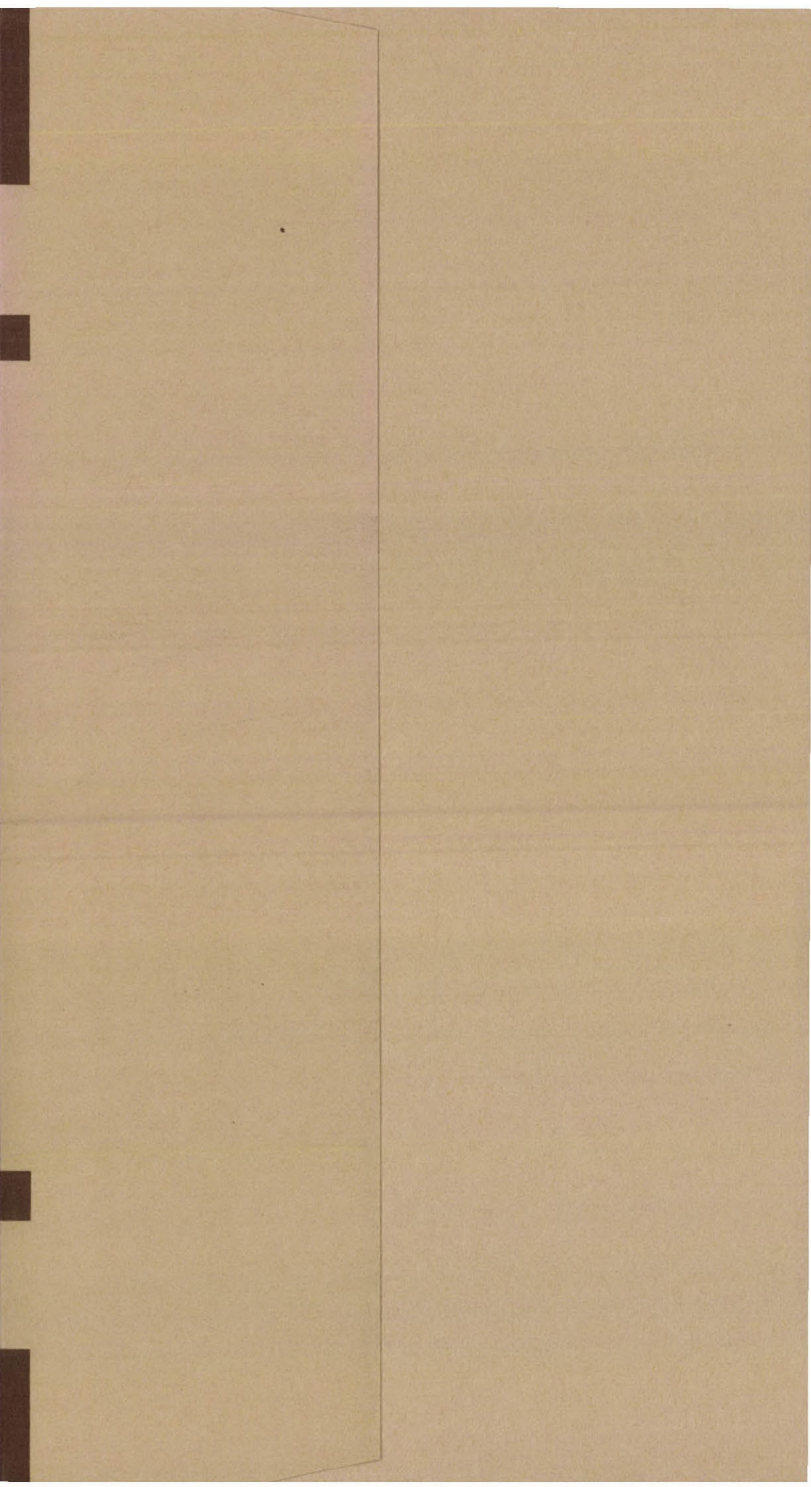
RAJKI SÁNDOR

KONZULTÁNS  
GENETIKUSKÉNT  
RÓMÁBAN  
ÉS AMERIKÁBAN



104

AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST



ÉRTEKEZÉSEK  
EMLÉKEZÉSEK

# ÉRTEKEZÉSEK EMLÉKEZÉSEK

SZERKESZTI

TOLNAI MÁRTON

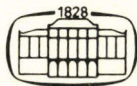


RAJKI SÁNDOR

KONZULTÁNS  
GENETIKUSKÉNT  
RÓMÁBAN  
ÉS AMERIKÁBAN

AKADÉMIAI SZÉKFOGLALÓ

1991. ÁPRILIS 22.



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

A kiadványsorozatban a Magyar Tudományos Akadémia  
1982.évi CXLII. Közgyűlése időpontjától megválasztott  
rendes és levelező tagok székfoglalói – önálló kötetben –  
látnak napvilágot.

A sorozat indításáról az Akadémia főtitkárának 22/1/1982.  
számú állásfoglalása rendelkezett.

ISBN 963 05 6444 0

Kiadja az Akadémiai Kiadó, Budapest

© Rajki Sándor, 1993

Minden jog fenntarva, beleértve a sokszorosítás, a nyilvános  
előadás, a rádió- és televízióadás, valamint a fordítás jogát,  
az egyes fejezeteket illetően is.

Printed in Hungary

Felemelő érzés, hogy a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagjává megválasztásom alkalmából szólhatok, és az nem kevésbé az, hogy a székfoglaló előadás címében megjelölt „Konzultáns genetikusként Rómában és Amerikában” témáról értekezhetem. A háromnegyed órára tervezett előadás felépítése a következő:

1. Prológus
2. Szinopszis (1976–1990)
3. Róma (1985)
4. Amerika (1985–1988)
  - a. ICI-Garst
  - b. American Shell-Nickerson
  - c. Az amerikai mezőgazdaság dilemmájáról
5. Ismét Amerika (1990)
6. A tudomány deformálódásáról
7. Epilógus





## 1. PROLÓGUS

Dél-Békésben, ahol tanyán, paraszti családban születtem, a búzakenyér – „az élet”, aminél többre semmit sem taksálnak. A családuk megélhetését is a búza alapozta meg, a konjunktúrától függően természetesen, így vagy úgy. A közeli Bánkút jogos mítosza, ha lehetséges, még inkább növelte a búza nimbuszát. A genetikát Mudra professzor előadásai kedveltették meg velem a kolozsvári Gazdasági Akadémián. Így bizonyára érthető, hogy mint újsütetű martonvásári, miért kardoskodtam – patrónusom, Erdei Ferenc győzködése dacára – amellet, hogy genetikus és búzanemesítő akarok lenni. Igyekeztem megmagyarázni, hogy a kukorica-kutatás a világklasszisú növénynemesítő Pap Endrénél a legjobb kezekben van, és ez egymagában elegendő ok arra, hogy mint kutató ne a kukoricanemesítésben próbáljak meg bizonyítani. Mint kiszemelt igazgató készséggel vállaltam, hogy minden tőlem telhetőt megteszek Pap Endre hibridkukoricája minél gyorsabb elterjesztéséért, de a kutatói álmaim ne továbbja – a genetika és a búzanemesítés. E kutatások első két évtizedének fejleményei képezték a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagjává megválasztásom alkalmából, 1976-ban megtartott székfoglaló előadás tárgyát.

Az 1976 óta eltelt másfél évtized fej-  
leményeinek foglalata a soron következő Szinop-  
szis.

## 2. SZINOPSZIS (1976 – 1990)

a) Az általam kezdeményezett, megalapozott és kifejlesztett martonvásári búzanemesítésben nyolc új búzafajta (a részesedésem 20–35%) állami minősítése.

b) Nem fagyálló, tavaszi búza fagyálló járó és/ vagy őszi búzává alakítása, vagyis ősziessítése fitotronban reprodukálható körülmények között. A genetika történetében első, fitotroni ősziessítésekről – meghívásra – beszámoló a botanikai világkongresszuson az ausztráliai Sydneyben.

c) A gradiens (inhomogén) fitotronkamra találmány (a részesedésem 25%) az USA-ban 1978-ban, Kanadában 1979-ben, Magyarországon pedig 1983-ban szabadalmi oltalomban részesült.

d) A *Genetic Engineering and Plant Breeding* (Génsebészet és Növénynevelés) című FAO-publikációban az ilyen vagy olyan génsebészeti átalakulást – a növényi szervfúzió analógiájára – a DNS, mint metabolit hatásaként értelmeztem.

e) Ernával együtt a búzakutatást Amerikában lényegében onnan folytathattuk, ahol 1982–83-ban Martonvásáron abbahagyni kényszerültünk (búzanemesítés, hibrid búza, ősziessítés). Az eltávozást (*temporary leave*) engedélyező American Shell-Nickerson írás különösen nagyra értékeli az

ősziesítést. E módszerrel ugyanis fagyútúró tavaszi (járó) búzát állítottunk elő a kései fagyokkal gyakran sújtott Észak-Nyugat (North California, Oregon stb.) tavaszi búza zónája hasznára.

f) Személyemet és munkásságomat a *Who's Who in the World* 5. kiadása (Marquis, Chicago, 1980–1981, p.779) is ismerteti.

Eddig a Szinopszis. Ezúton is köszönöm minden – magyar, angol és amerikai – munkatársam példás közreműködését.



### 3. RÓMA (1985)

Irigylésre cseppet sem méltó előzmények után kerültem a családdal 1985. január 14-én a felejtetetlen Rómába, hajdani nyolcéves gimnáziumi tanulmányaim mindennapos latin olvasmányai álmvárosába. A FAO ajánlatát elfogadva tudományos konzultánsként az egyik főigazgatóhelyettes mellett dolgoztam pontosan hét hónapig, miközben az eredeti, három hónapos szerződésemet többször meghosszabbították. Három tudományos szemlét készítettem: (1) *Wheat and Maize Research and the Developing World*, (2) *On the Experiences and Possible Prospects of Incorporating Gluten Genes from Wheat into Other Cereals*, és (3) *Genetic Engineering and Plant Breeding*. Az első, a témakörben korábban kifejtett elképzeléseim továbbfejlesztése, a másik kettő pedig tanulmány a növényi biotechnológiáról, lényegében a génsebészetről. Az utóbbiakban arra a következtetésre juttottam, hogy a növényi génsebészet még mindig, úgymond, alap kutatásnak tekintendő, akkor is, ha a génsebészek már egyes nemesítési problémák megoldására töreksenek. Jelleg-karakterizálás, nukleinsav-izolálás, DNS-klónozás, DNS-átvitel, az átalakított recipiens sejtek identifikálása, növény-regenerálás,

gén-kifejeződés in vivo, jelleg-transzmisszió, a jellegspecifikus DNS-t hordozó új törzs versenyképessége, mint bonyolultan finom lépések sikeres megtétele szükséges ahhoz, hogy a rekombináns DNS-sel operáló génsebészeti alkalmazható legyen a növénynemesítésben. E lépések közül nem egy (gén-kifejeződés, illetve jelleg-reguláció; versenyképesség) elméleti-módszertani kimunkálása még gyerekcipőben sem jár. A perspektíva reális megítéléséhez legalább egy génsebészeti projekt végigvitele szükséges, lett-légyen az a lehető legalkalmasabb az efféle manipulációra, amihez a mielőbbi tisztánlátás érdekében minden szükséges támogatás indokoltnak látszik. Az ilyen vagy olyan eredmény genetika-elméleti értelmezéséhez jó volna ismerni a potenciálisan átalakító DNS struktúrájának a hatását. Elképzelhető, hogy a sejtmagba bevitt bármely DNS-darab nagy valószínűséggel beépül a kromoszómába, vagy végül is, a szervfúzióhoz hasonlóan, az átalakulás a DNS-nek, mint metabolitnak tulajdonítandó. A hatvanas évek első felében végzett, növényi szervfúziós kutatásunk (Rajki – Pal 1966) alapján az utóbbi nézetet vallom.

Mellékesen megjegyzem, hogy a megalakulásától, 1976-tól általam koordinált, FAO kukorica-kutatási hálózat 1985. február végén München mellett megtartott ülésén beszámoltam a hálózatbeli tudományos tevékenységről.

#### 4. AMERIKA (1985 – 1988)

##### a) *ICI-Garst*

Az Örök Városban többé-kevésbé regenerálódva és a Garst Seed ajánlatát elfogadva 1985. augusztus 14-én, fél hónappal a FAO-szerződéselem lejárta előtt, Rómából Amerikába utaztunk. A Garst Seed-et akkoriban vette meg az *Imperial Chemical Industries of London* (ICI). A konzultáns genetikusi feladataimat szerződés szabályozta: szorosan együttműködni az ICI-Garst kutatókkal új fajták (hibridek) előállítása céljából; átadni az ICI-Garst hasznára a kutatás-menedzselési ismereteimet; konzultálni az ICI-Garst kereskedelmi apparátusával kapcsolatok kiépítése céljából világviszonylatban; növelni az ICI-Garst presztízsét az amerikai piacon; és, gyakran összejönni az ICI-Garst vetőmagügynökeivel, a farmerokkal általában. Ernával kezdettől fogva látogattuk és tanulmányoztuk tehát az ICI-Garst nemesítő állomásait (Slater – Iowa, Cisco – Illinois, Sleepy Eye – Minnesota, Wood River – Nebraska, Cottage Grove – Wisconsin, Jonesburg – Missouri). Az ICI-Garst fajtabemutatóin (*open field days*) kívül nemegyszer megszemléltük a konkurensekét is (DeKalb – Illinois, Boswell – Indi-



ana). Régi barátokkal és kollégákkal találkoztunk, és tanácskoztunk amerikai egyetemeken (Ames – Iowa, St. Paul – Minnesota, Madison – Wisconsin, Manhattan – Kansas, Lincoln – Nebraska, Columbia – Missouri, Lafayette – Indiana, Wooster – Ohio) és máshol (Coon Rapids és Johnston – Iowa, Columbus – Nebraska, Eau Claire – Wisconsin). Az ICI-Garst kiküldetésében tudományos tanácskozásokon vetünk részt (Iowa City – Iowa, Manhattan – Kansas). Ökológiailag jellemeztem a Szovjetunió fontosabb kukoricatermesztési körzeteit, és ezeknek megfelelően differenciált ICI-Garst hibridválasztékot javasoltam oda kipróbálásra. Hasonló elaborátumot készítettem Kínáról, amiben kitértem a kapcsolatteremtés korrekt és gyümölcsöző módozataira. A FAO-nak készített szemlék szellemében véleményeztem az ICI biotechnológiai, lényegében gensebészeti elgondolásait. Három -vtizedes amerikai tapasztalatok, és különösen a közép-nyugati farmokon frissen szerzett benyomások, valamint az Iowa State University valóban nagyszerű könyvtárában bűvárkodás summázataként tanulmányt írtam – pusztán szórakozásból – az amerikai mezőgazdaság dilemmájáról, amire még visszatérek. Rádióbeszélgetésben (Kansas City – Missouri) exponáltam a modern búzanevelési világtrendeket. Felkérésre egyetemi előadást és szemináriumot tartottam a búzanevelési metodológiákról (Iowa State University, Ames).



### b) American Shell-Nickerson

Pár nappal az egyetemi előadás után, 1986. október legelején búzafutatósi perspektívákról tárgyaltunk – mindig, mindenütt és mindenről Ernával együtt – az American Shell-Nickerson (Kansas City – Missouri) vezetőségével: búzafutatósra az ICI-Garst kebelében ugyanis nem volt lehetőség. Megállapodtunk a konzultáns genetikusi feladatokban, és az ICI-Garst jóváhagyásával 1986. október közepén az American Shell-Nickerson búzafutatósi állomásán (Berthoud – Colorado) már az első, amerikai búzafutatósleteink beállításához készülődhattunk. A Magyar Tudományos Akadémia engedélyével 1986 nyarán még Coon Rapids-ban megkaptuk a saját, őszielési germ plasm javát, így azt 1986 októberében jarovizációs kamrában, illetve növényházban és szabadföldön elvethettük. A saját, hibrid búza germ plasm krémjét is kértük a Magyar Tudományos Akadémiától, de nem kaptuk meg. Amikor azonban a Shell CHA-i (*chemical hybridising agent* – kémiai gametocid) csütörtököt mondtak, és még 1986-ban genetikailag motivált hibrid búza kutatás megalapozására kérték fel, nem jöttünk zavarba, mert a három évtizedes, intenzív, germ plasm cserénk során Nyugatra „szakadt” magminták, illetve származékaik kíségtettek.

Az egész kutatás alapokmánya, az őszielési, a hibrid és konvencionális búzafutatósi projekt elkészítése és idővel szükséges fejlesztése egyike volt a konzultáns genetikusi főfeladataimnak.

Ahogy az ICI-Garst, az American Shell-Nickerson is felkért a biotechnológiai, lényegében génebésszeti elgondolásaik véleményezésére, aminek természetesen készséggel eleget tettem.

A kitűnő jarovizációs kamra és a korszerű növényházak Berthoudban másfél év alatt három őszi búzanemzedék felnevelését tették lehetővé. A több száz őszielési törzsből egy jó tucat fagy-tűrőképességét az American Shell-Nickerson 1988 elején fitotronban (Fowler, Lethbridge – Kanada) megvizsgáltatta. A fagy-tűrőképességi skálájuk szerint a leginkább fagy-tűrő Norstaré –22 (nem hőfok!), a Bezosztajaé –11, az őszi-esített törzseink közül a legjobbaké pedig –17, –18, –19 volt. Amerikai kollégáink számára azonban az igazi meglepetést az egyik Super X származék okozta, amelynek – a Berthoudban végzett kísérletekben – nem volt kimutatható jarovizációs igénye, de a fagy-tűrőképességi skálán –15-öt ért el. Az őszielési származékok között járó jelentkezése nekünk nem volt meglepetés, a jelenséget nem egyszer leírtuk. Még a hatvanas évek első felében ugyanis megállapítottuk, hogy az őszielés folyamán a fagy-tűrőképesség kialakulása általában megelőzi az ősziességét. Kellemes meglepetésünkre szolgált viszont a járó Super X őszielési származék fagy-tűrőképességi foka, a kanadai skálán mért –15. Az American Shell-Nickerson nyomban felismerte az őszielésből származó germ plasm nemesítési jelentőségét, és a szelekciós vagy a kombinációs felhasználáson kívül főleg két lehetőséget exponáltak: (1) Ha a

kiindulási tavaszi búza pedigreje mentes az őszi búzától, márpedig ma még általában az, az őszielési germ plasm a leginkább perspektivikus, általános combiner lehet a hibrid búza projektben. (2) Ősziesítéssel fagyűrő tavaszi (járó) búza előállítása a kései fagyoktól gyakran sújtott Észak-Nyugat (North California, Oregon stb.) tavaszi búza termesztési zónája hasznára. Nem csoda tehát, hogy az amerikai mamutvállalattól az őszielés minden támogatást megkapott, illetve megkap, mert felismerték a használhatóságát, és nem hagyták magukat zavartatni a hivatalos genetika vészjelzéseitől.

Amikor pedig 1988. március közepére – családi okból – az eltávozás (*temporary leave*) engedélyezését kértem, a hozzájárulását kifejező írásban az American Shell-Nickerson – az őszielésre nem egyszer hivatkozva – kiemelte a közreműködésünk maga nemében páratlan (*unique*) voltát és azt, hogy várják a napot, amikor visszatérhetünk, és folytathatom a konzultáns genetikusi ténykedésemet. A visszatérésünk formális akadályá végképp elhárult azzal, hogy az 1988-as szökőnapon amerikai zöld kártyás magyarok lettünk.

Berthoudban az őszielés (*via over-vernalisation*) folytatódik. A már említett kanadai fitonistán kívül két újabb közreműködő professzor jelentkezésével a kutatási kooperáció szélesedett, illetve mélyült. Az egyik professzor (Lookhart, Manhattan – Kansas) sikerfehérjék elkülönítésére elektroforézist, a másik (Busch, St. Paul – Minne-



sota) pedig tavaszi és őszi búzaszemek szétválasztására infrared vizsgálatokat végez a rendelkezésükre bocsátott izogén (ősziesített, járó és tavaszi, *id est* kiindulási) vonalakon.

Ernával természetesen Berthoudban is együtt kísérleteztünk, de pár hónap múltán Erna idejéből mind több fordítódott a menedzser mixoploidjainak gondozására, főleg a kapcsolatos citológiai vizsgálatokra. A derék menedzser, persze, engem sem „kímélt”, mert velem szemlét íratott a Colorado State University, Ft. Collins, kitűnő könyvtárában fellelhető apomixis irodalomból. A menedzser meg lehetett elégedve, mert Ernának szintén szerződést ígért, amire a zöld kártya akkor már lehetőséget adott.

Mindent összevetve bizonyára érthető, hogy Berthoudban még a hétvégéink is ritkán voltak szabadok, így alig maradt időnk a Berthoudtól és az otthonunktól, Lovelandtól „karnyújtásnyira” emelkedő, fenséges Rockies felfedezésére. Azt azért nem hagyhattuk ki, hogy 1988 februárjának egyik szép hétvégéjén részt ne vegyünk egy nemzetközi tudományos szimpóziumon (Sunrise Ranch – Colorado) a biofarming és a biogarden-ing témakörében.

Amerikából az út visszafelé Magyarországra kerek egy hónapig tartott, mert ismét látni akartuk Itáliát. Hiszen *nothing could equal the beauty of Rome!* (Semmi sem vetekedhet Róma szépségével!)



### *c) Az amerikai mezőgazdaság dilemmájáról*

Fél évszázada sincs talán, hogy szokássá vált a kukorica példáján érzékeltetni az amerikai mezőgazdaság dinamizmusát. Nem véletlenül! Az elmúlt harminc-harmincöt évben a viláagső amerikai mezőgazdaság sikernövénye, a kukorica, teljes és területegységre jutó termése egyaránt kb. két és félszeresére nőtt, miközben a műtrágyázásra felhasznált nitrogén mennyisége meghétszereződött. Ma az élelemben dúskáló Amerika a világ éléstára: a világpiacon gazdát cserélő szemesgabona több, mint fele Amerikából származik. Ezért hívhatják a nyolcvanas évek amerikai farmergondjait a bőség válságának, amiben azonban nem egy amerikai farmer tönkremegy, és kár a farmercsaládokért...mind intenzívebb a környezet károsodása és kár a környezetért, a környezeti ártalomtól szenvedő emberért.

### *A régi és az új amerikai mezőgazdaságról*

A második világháborút követő időkig az amerikai mezőgazdaság környezetet kímélő, munka-intenzív, rugalmas felépítésű és szükségképpen takarékos volt. A farm fogalmába beleértődött, hogy az egyetlen farmer (és a családja) munkájára épül, általában bér munkások alkalmazása nélkül. A föld fizikai tulajdonságai és a rendelkezésre ál-

ló technika, valamint a farmer által favorizált, jó-  
részt helyi piac igényei szintén limitálták a farm  
kiterjedését. A földterület növelése helyett a far-  
mer célja inkább a többirányú fejlesztés volt. Az  
ésszerű változatosságban kereste a stabilitást az-  
zal, hogy az időjárás és a piac várható, de előre  
kiszámíthatatlan viszontagságai majd kompenzál-  
ják egymást, ami nélkülözhetetlen a biztonság-  
hoz, a boldoguláshoz.

Az új mezőgazdaság megtestesítője az agroke-  
mikáliák, a hatalmas traktorok és a nagy teljesít-  
ményű, bonyolult munkagépek használatát igény-  
lő, monokulturás nagy farm. A régi, sokoldalú,  
változatos gazdálkodással szemben egy-két nö-  
vényt termesztő, új farm menedzselése sokkal  
egyszerűbb, de az új helyzetre általában jellemző  
anomáliáktól terhes. Az utóbbiak érvényesülése-  
ként ok és okozat az új mezőgazdaságban furcsa-  
mód összefonódni látszik. Így kérdés, hogy a leg-  
újabb inszekticidekkel szemben immunitást fris-  
sen szerzett rovarrasszok által előidézett kár oka  
vagy bizonyos értelemben következménye-e az  
intenzív peszticid alkalmazásnak. Az viszont  
tény, hogy a nehéz és nagy teljesítményű farmgé-  
pek által rémesen összepréselt talaj fellazításához  
még nehezebb, még nagyobb teljesítményű gépek  
szükségesek, amelyek tovább préselik a talajt. Az  
is tény, hogy a legfontosabb szemes gabonafélék  
krónikus túltermelése leszorítja a gabonaárakat,  
és arra sarkallja a farmerokat, hogy még több sze-  
mesgabonát termesszenek, és még többet értéke-  
sítve egyenesbe jöjjenek. A régi mezőgazdaság

magvető és növényt arató farmerének természetes varázsát elhalványítani látszik az új mezőgazdaság agrobizniszmen eszménye, aki magvetés és növényaratás helyett centet vet és dollárt arat.

### Az új mezőgazdaság premisszái

Az egyik „a nagyobb nemcsak jobb, de olcsóbb is”, a másik pedig az, hogy „a műszaki megoldás olcsóbb a kézi munkánál”. Így feltételezték, hogy a nagyüzemi, centralizált termelés megtakarításai jóval meghaladják a centralizálással együttjáró szállítási többletköltségeket. De a szállítási költségek a legvadabb elképzeléseket is felülmúló mértékben növekedtek. A műszaki megoldásokra, a műtrágyák, a peszticidek és a herbicidek árára ugyanez áll, miközben – negyedszázad alatt – az agrokemikáliák részesezése az üzemi kiadásokban háromról tizenhat százalékra nőtt. A tipikus amerikai farm üzemanyag-fogyasztása és a használt traktor átlagos lóereje megduplázódott. Az általános drágulással küszködő farmer mind több pénz kölcsönzésére kényszerül, és talán a kölcsönök ára drágult a leggyorsabban. A mezőgazdaság eladósodottsága tíz év alatt megháromszorozódott.

Egy harmadik premissza szerint az új mezőgazdaság működtetésének és fenntarthatóságának bármely akadályát leküzdhető technológiailag. Ha a farmer túl sok éven át természet egy növényt



ugyanazon a táblán, a talaj termékenységének kimerülése műtrágyákkal megelőzhető. Ha egy és ugyanazon fajta évről évre természetbe a gyomok és a mindent felfaló rovarok elszaporodására vezet, a herbicidek és az inszekticidek kisegítenek. Ha az új technika bevezetését a termesztett növény vagy a tartott állat felépítése akadályozná, az – ha mással már nem – a mindenhatónak kiáltott gensebészettel az új technikához igazítható. Az aszályos föld öntözhető, és a belvízveszélyes lecsapolható vagy alagcsövezhető. A szállítás érdekében éretlenül leszedett zöldség és gyümölcs útban a piacra mesterségesen érlelhető.

De semmi sem bizonyult igaznak. A *Dust Bowl* után fél évszázaddal a humuszcéteg eróziója fenyegetőbb, mint valaha volt. A talaj erősödő elszikesedése az intenzív öntözés keserű bosszúja. A szünet nélküli öntözés kimeríti a vízforrásokat. Elsősorban az agrokemikáliák hibáztathatók a vidéki vízszennyeződésért, ami az Iowa-beli Big Spring medencéjében jól mérhető. Az Amerikában egyedülálló Big Spring vizének 90%-a egy jó száz négyzetmérföld kiterjedésű medencéből származik, amiben csak és kizárólag farmok találhatóak, és ezért a farmkemikáliák szerepét a talajvíz szennyezésében a Big Spring vizének vizsgálata megbízhatóan bizonyítja. A National Academy of Sciences által támogatott vizsgálatok szerint a hatvanas évek óta a Big Spring medence farmjain felhasznált nitrogén műtrágya mennyisége és a Big Spring vizének a nitrát tartalma egyaránt megháromszorozódott. A növényekre



kiszórt műtrágya 30–50%-a veszendőbe megy, és az utóbbi egy része a talajvízbe, majd onnan a farmkutakba kerülve az ember, főként az anyaméhben fejlődő magzat és a csecsemő épségét, sőt életét veszélyezteti. De nem kedvezőbb a helyzet a medence növénytermesztésében használt herbicidekkel és inszekticidekkel sem. Az Environmental Protection Agency (Környezetvédelmi Hivatal) a harmincegy éve használt Aatrexet (Ciba-Geigy) „nagy valószínűséggel” karcinogénnek, a huszonegy éve használt Lassot (Monsanto) „valószínűleg” karcinogénnek, a tizenkilenc éve használt Bladexet (Shell) pedig születéskori defektusokat okozó szernek minősítette. Kanadában a kormány megtiltotta a Lasso forgalmazását. Az agrokemikáliás vízszennyeződés szinte kimeríthetetlen példatárában a további tallózás bizonyára felesleges. Tanulságos viszont, hogy ma annak a farmernek van a legkisebb oka a nyugtalanságra, aki ellenállt az új mezőgazdaság csábításának, tehát nem, vagy csak lassan és óvatosan növelte a termelést, nem egyszerűsített a gazdasága ésszerű változatosságán, és tartózkodott a szertelen kölcsönzéstől: az a *low-input* farming lényegéhez ösztönösen ragaszkodó, konzervatív farmer ő, akit az új mezőgazdaság csábításaira fejest ugró kollégája kigúnyolt, és bolondnak minősített. Most úgy néz ki, hogy a „bolond” átvészeli a válságot, amiben a gúnyolódó kollégája könnyen elsüllyedhet.

## Az új mezőgazdaság átalakítása és a tudomány

A második világháború óta az amerikai agrárkutatás a kis, családi farmok szükségleteit elhanyagolva az agrobiznisz, az új mezőgazdaság érdekében tevékenykedett. A kutatások fő célja az ún. *efficiency* növelése. Az egyetemeken általában vallott nézet szerint az utóbbi – nagyjában és egészében – a munka helyettesítése tőkével, technológia formájában. A technikai *efficiency* néhány hipotézis függvénye, amelyek szerint a munka drágább a tőkénél, a termelés kiterjesztése mérsékli az egységnyi termékre eső költségeket, a növekedésnek nincs határa, és ami a leginkább megkérdőjelezendő, hogy a felsorolt hipotézisek örök érvényűek. A technikai *efficiency*, mint eszmény hatása a hetvenes évek első felében kulminált, amikor a hivatalos agrárpolitika alapjául szolgáló álláspont szerint az volt a legjobb farm, amely a legkisebb munkaráfordítással a legtöbb terméket, illetve árucikket produkálja. Az új amerikai mezőgazdaságot és az egyetemi tanárok testületeit általában a valódi változással szemben mélyen gyökerező ellenállás, a valódi alternatívában gondolkodás negligálása motiválja. Így a műtrágyákat szerves trágyákkal és a herbicideket mechanikai eszközökkel részben vagy egészben helyettesítő, vetésforgós, sokoldalú, „organikus” farmok, illetve farmerok az egyetemektől segítséget jórészt hiába várva másfelé fordulnak.

A „független” kutatóhelyek közül az egyik legrégebbi a Rodale Research Center (Maxatawny, Kutztown – Pennsylvania). Itt kísérletesen bizonyították, hogy a több évtizedes egyoldalú műtrágyázás aláássa a talaj természetes tápanyagfeltárási képességét, rontja a szerves forrásokból felvehető nitrogén hasznosulását. Ezért a műtrágyákat komposzttal keverve javasolják kiszórni, ami elősegíti a megkötődésüket a feltalajban, és ellensúlyozza káros hatásukat a talajéletre.

Topográfiai categoricus imperativus az új mezőgazdaság átalakítása a Land Institute (Salina – Kansas) szerint az eróziós károk mérséklésére. Abból a 316 millió acre-ből, amin Amerika tíz legfontosabb növényét termesztik, 48 millió acre eróziónak ellenálló, sík vidék. Ezen a közvetlen emberi fogyasztásra szolgáló növényi termék mind megtermeszthető. A fennmaradó 268 millió acre eróziónak többé-kevésbé kitett területén évelő növényeket telepíthetnének. Ilyen a gyep, az erdő. A lejtős területeken a kukorica, a szója és a búza helyettesítése valamilyen évelő szemessel nem csak logikus, de sürgős is. A probléma az, hogy ilyen növény még nem létezik. A fő céljuk tehát nagy termőképességű, évelő szemesek kinevelése.

*A Stewardship in Agriculture – Care and Renewal of the Earth* (Gondnokság a Mezőgazdaságban – Gondoskodás a Földről és a Megújításáról) elsődlegesen a talajélet védelmét hangsúlyozza, azokét a mikroorganizmusokét, amelyek a talaj ásványi anyagait a növényi élettel összekap-



csolva a nyersanyagokból növényi tápanyagokat állítanak elő. A *Stewardship* amerikai központja a már említett *Sunrise Ranch*, ahol 1988 februárjának egyik verőfényes hétvégéjén részt vettünk egy nemzetközi szimpóziumon a biofarming és a biogardening témakörében. Sokan jöttek el a szimpóziumra nemcsak Észak-Amerikából, de Dél-Amerikából, Ausztráliából és Új-Zélandból, Kínából, Japánból, Indiából, Izraelből, Franciaországból, Németországból, Itáliából, Angliából és Dél-Afrikából is. Újra meggyőződhattünk arról, hogy az organikus farming és gardening reális alternatívája a környezetromboló mező- és kertgazdaságnak.

Az agrokémiai forradalmat megelőzően, a század derekán, a farmer a termőföldön a gyomok és a kártevők ellen még jórészt mechanikai eszközökkel, ekével, tárcsával stb. védekezett. A pontosan végrehajtott keresztos vetés lehetővé tette a négyzetes művelést. Azután jött a növényesítés és a no-till vagy minimum-till farmgyakorlat, a növényi maradvány táblán hagyásával, ami védi a talajt, csökkenti a vízvesztést és a gyökérzetet sértő kultivátorozás kiiktatásával is növeli a termést. A gyomok és a kártevők ellen kémikáliákra hárult a védekezés. Az egyre intenzívebb nitrogén műtrágyázás – a termésnövelés egyik fő tényezője – és a herbicidek és a peszticidek mind nagyobb mérvű alkalmazása a farmokon azonban életfeltételből – főként a talajvíz szennyeződése révén – életveszéllyé válhat, illetve már azzá is vált. A tudomány által jórészt talajvédelmi meg-



fontolásból javasolt és propagált no-till és minimum-till, ami pl. Iowában a farmok kb. felén gyakorlattá vált, a talajvízben kimutatható herbicidek használatának mintegy 30%-os növekedésével járt. Az erózióra hajlamos domboldalakon a víz visszatartása érdekében javasolt teraszépítés növeli a talajvíz-szennyeződés lehetőségét azzal, hogy a teraszos művelés hosszabb időt enged a nitrátok, valamint a peszticidek és herbicidek talajvízbe szivárgásának. A farmgyakorlat, a növénytermesztés újabb forradalmi változás küszöbén áll.

Parcellás dimenzióban a farmer kellő figyelmet fordíthat a gazdálkodás minden műveletére, szinte minden szál növényről külön gondoskodhat. Ezzel magyarázható, hogy a sok ezer éves múltra visszatekintő, parcellás dimenziójú kínai mezőgazdaság még mindig képes élelembőség produkálására. A parcellásról a táblás dimenzióra áttéréssel a farmer figyelme elkerülhetetlenül gyérül, mindinkább eszközökre és technológiákra kénytelen hagyatkozni, és egyre kevésbé a gyakran intuitív ismeretre és a szemlélődésre. A gazdálkodás jellege változik. A kínai zöldséges parcella az egyik pólus, az amerikai monokultúras nagytábla a másik, és a dichotómia lényege: információ-intenzív versus energia-, illetve tőke-intenzív. A kínai mezőgazdaság információ-intenzív, az volt a régi, amerikai mezőgazdaság is, mielőtt energia-, illetve tőke-intenzívvé vált, de bizonyára hamarosan ismét – és új módon – információ-intenzív lesz.

Ismerem az amerikaiakat: a fiatal, „hibridvérű” nemzetben feszülő, hihetetlen életerő és találékonyság végül is felülkerekedik a farmervilág dilemmáján. De nem szól-e rólunk is a mese? Az ötvenes évek közepe óta annyi mindent tanultunk Amerikában, általában a magyar mezőgazdaság, különösen az időközben tripla országos átlagtermést elért kukorica- és búzatermesztés javára. Most meg az amerikai farmer dilemmájából illik okulnunk.

## 5. ISMÉT AMERIKA (1990)

Az American Shell-Nickerson finanszírozta kutatási projektjeink állásáról tájékozódni, fejlesztéséről tárgyalni és azokba újra bekapcsolódni, a korábban már hivatkozott ajánlattal élve az eltávozásunk (*temporary leave*) második évfordulóján – Ernával együtt – Amerikába utaztunk, illetve érkeztünk. Ezúttal azonban csak két hónapra vállalkoztunk abban a reményben, hogy ennyit lehetővé tesz fiunk szépen javulni látszó egészsége. Éjfél felé járt az idő, amikor egész napos repülés, illetve autózás után Lovelandben végre pihenni térhettünk.

Másnap reggel, az első amerikai napunk úgy kezdődött, hogy a búzanemesítési állomás kutatói, technikusai és munkásai kérésére beszámoltam a honi helyzetről, amit élénk vita, számos kérdés és nem egy hozzászólás kísért. Ez érthető, ha meggondoljuk, hogy néhány nap választott el a magyarországi szabad választásoktól. Igaz, hogy csak a kollégák érdeklődésétől lelkesítve voltam képes a *jet-lag* láztól kókadtan „állva” maradni.

Ami az általunk 1987 nyarán megtervezett és 1987 őszén beállított, de a továbbiakban az amerikai kollégák által kezelt ősziesség (via over-



*vernalisation*) kísérletezést illeti, az A3 növények tavaszi utódbírálati vetésre előkészítésébe nyomban bekapcsolódhattunk. E kísérletezés jelentősége kettős. Az egyik az, hogy ez az első próbálkozás a tavaszi búza őszielésére, lényegében jarovizációs kezeléssel. A másik pedig az, hogy ez az első olyan őszielési kísérlet, ami az elejétől a végéig amerikai.

A jarovizációs kezelés őszielési alkalmazásának ötlete a fitotroni őszielésből származik (Rajki 1985). Ismeteres, hogy kb. nyolc évre volt szükségünk – 1980-ra fordulva – a fitotronban reprodukálható őszielés metodikájának kidolgozásához. Ez pozitív válasz volt a leginkább égető, az alapkérdésre: az őszi és a tél hatás fitotronban szimulálható néhány faktorának lehetséges programozása elegendő-e az őszielés előidézéséhez? Megállapítottuk, hogy a tavaszi búzák szabadföldi őszielésének klimatikus körülményeire alapozott fitotroni programokon néhány nemzedéken át felnevelt, nem télálló tavaszi búza télálló őszi búzává alakul, ha a szimulált őszt követő, 0 °C körüli téli klímát – ami lényegében megegyezik az őszi búza jarovizálási hőmérsékletével – a fitotroni növénynevelésben szokásos másfél hónap helyett az egyik őszielési nemzedékben, de nem az A1-ben, négy és fél hónapra programozzuk.

A hosszú, négy és fél hónapos, téli klímaprogram ötlete és alkalmazása a fitotroni őszielésben viszont a sikeres és sikertelen, szabadföldi őszielési kísérleteink összevetéséből és sokoldalú elemzéséből, a jarovizálódásra aktív hőmérsékle-



tú őszi végi, téli és koratavaszi periódus alapvető jelentőségének felismeréséből származik (Rajki 1985). Csupán ezen összefüggés megállapítása alapján gondolhattunk arra, hogy az American Shell-Nickerson egyszerű, de nagyszerű jarovizációs kamrájára és korszerű növényházi együttesére, valamint az amerikai kollégák érdeklődésére és közreműködési készségére építve megtervezhessük és megkezdthessük az ősziésítést (*via over-vernalisation*). Még számos teszt elvégzése szükséges ahhoz, hogy az amerikai ősziésítési kísérlet értékelhető legyen. Az időközi *red-tagging* (vörös címkézés) a négy-négy és fél hónapig jarovizált növényeken, amiről az amerikai kollégák a megbeszéléseken beszámoltak, pozitív végkifejletet sejtet. Az sem lepne meg azonban, ha az ősziésítés (*via over-vernalisation*) sikertelenül végződne, hiszen a megfelelő, szabadföldi őszi, vagy a mintájára a fitotronban szimulált, őszi klíma, hiányzik az *over-vernalisation* kezelésből, és – feltehetően – a még oly hosszú jarovizálás sem helyettesítheti a szabadföldi klimatikus körülmények vagy a fitotroni felnevelés komplexitását.

Ami az amerikai hibrid búzáról itt elmondható, az – bizonyára érthetően – töredékes. Biztosra vehető, hogy F1 hibridek nélkül a búzavetőmag mind kevésbé üzlet Amerikában. Ezzel az American Shell-Nickerson is így van, pedig a fajtáit (Thunderbird, Mustang stb.) a Great Plains, a préri őszi búza vetéseinek jó kétharmadán termesztik.

Ami az F1-sémákat illeti, ezekből sok van. A leginkább favorizáltak közül a CMS (citoplazmás hímsterilitás) restaurálása nehézkes. A CHA (kémiai gemetocid) többszöri nekibuzdulásra eddig kudarc. A GMS (génikus hímsterilitás) és a SI (öninkompatibilitás) legfeljebb ígéret. Valamit mondhat, hogy az American Shell-Nickerson szemlét készítettett velem a rozs inkompatibilitásáról. Búza kombinálódó képesség-vizsgálati adatok tömegének az ismeretében megkérdőjelezhető a hibridhatás eladhatósága, vagyis az, hogy a *low-input* orientált farmernek érdemes lesz-e megfizetni a fajtavetőmagnál jóval drágább F1 hibridmagot. Az eddigi, szórványos próbálkozások nem sok jóval biztatnak.

Külön megemlítenéd a *spray-on-gene game-tocide story*. Ahogy mondják, az egyik vetőmagnacég dollárok tízmillióit fektette be az ügybe, ami nem kis pénz Amerikában sem. A *spray-on-gene* séma azonban végül is csődöt mondott (*shelved – ad acta* téve), pedig nem egy neves egyetemi professzor jótállt érte.

Bizonyára elgondolkoztató a *Genetic Engineering News* (Génsebészeti Hírek) 1990. április 4-i számának *From the Publisher* (A Lap-tulajdonostól) írásából idézendő két bekezdés. Íme:

„A biotechnológia, ami oly kibogozhatatlanul összefügg a molekuláris genetika vívmányaival, folyamatosan veszít a fényéből. A tőkebefektetés csaknem teljesen megszűnt, közadományok pedig gyakorlatilag nem fordulnak elő.”

„A biotechnológiai ipar sivár percepciója annak a kiábrándultságnak a vetülete, ami felszínre tör, valahányszor egy ipar nem váltja be az ígértét. Termékek nem jelennek meg a piacon oly korán és oly gyorsan, ahogy azt egyes analitikusok, megfigyelők és ipari profik előre jelezték. A szabályozási folyamat nem halad oly sebesen, ahogy remélték. A személyzettel és pénzalappal nagyon rosszul ellátott FDA (*Food and Drug Administration*) még kilábolóban van a jogilag nem szabályozott narkotikumok körül kirobbant drogskandalum okozta hitelvesztésből. Ennek ellenére úgy tűnik, hogy több új terméket engedélyeznek majd az év második felében.”



## 6. A TUDOMÁNY DEFORMÁLÓDÁSÁRÓL

A többéves amerikai, illetve római szemlélődés és meditálás alapján úgy tűnik, hogy nincs miért változtatnom a tudományról alkotott, de eddig csak angolul publikált nézeteimen. A „lektori bárdoknak” egyszer már „áldozatul esett” magyar verziót az alábbiakban rekapitulálom.

Az elmúlt fél évszázadban a tudomány nem az előnyére változott és ez a tendencia folytatódni látszik. Tudomány alatt itt főként a saját érdeklődési terület, a biológia értendő. A tudomány világa deformálódott (Chargaff 1978), különösen a második világháború óta. A tudomány művelése, a kutatás, foglalkozássá vált, ami azelőtt alig létezett. Akkor a tudományt főként tudós professzorok művelték, akiknek a főhivatása a tanítás volt. A kutatás ma már tömegfoglalkozás, és ezzel együtt foglalkozássá vált a tudomány adminisztrálása. Ez azelőtt szintén nem létezett, hiszen a kutatás főhelyét, az egyetemet – az elődök szerencséjére – alig adminisztrálták.

Volt idő, amikor még álmában sem gondolt senki arra, hogy a kutatás értelmét megkérdőjelezze: jó volt többet megtudni a világról, amiben élünk. A kutatási cél megfogalmazása vagy a kutatás tervezése – hivatalos használatra – fel



sem merülhetett. Időközben az élet odaadó, szelény és lelkiismeretes vizsgálatát lármás és gátlástalan „áttörés”-hajszolás váltotta fel a mind költségesebb kutatás minél hathatósabb anyagi támogatásáért. Ha a jelenlegi „céltámogatásos program-, illetve haszon-orientáltság” és az ezzel szükségképpen együttjáró grant- vagy szubvenció-hajhászás mindig érvényesült volna, akkor a legtöbb nagy tudós nem lett volna, és talán a tudomány sem keletkezett volna. Ezért a tudomány társadalmi felelőssége helyett inkább a társadalom felelősségét hangsúlyoznám az objektív tudományos tradíció felújításában, hogy a tudós a tudomány belső életére és fejlődésére jellemző módon kereshesse az igazságot.

A hivatásos kutató általában egyetlen, szűk, speciális probléma megszállottja. A speciális egyaránt vonatkozhat magára a diszciplína, a biológia egy parányára és/vagy a kutatás objektuma, az élőlény egy foszlányára. Következésképpen, a kísérletezés tanulsága végképp partikuláris jellegű és értékű, ami csupán az így, illetve úgy partikuláris fragmentumra érvényes, de nem az egészre, a diszciplínára, illetve az élőlényre. Az a remény, hogy a töredék ismeretek egyszer majd kongruens egészé állnak össze, eddig nem teljesült, és nem valószínű, hogy a jövőben teljesüljön, mert minél inkább differenciálunk, annál kevésbé leszünk képesek integrálni. A tudomány agyonspecializálásával a legtöbb kutató, a veleszületett képességeket illetően tehetséges vagy csak középserű egyaránt, képes legalább egy „szűkreszabott” kiváló-

ságra, a hasonlók (és a laikusok) szemében számottevő teljesítményre és szaktekintélye elismerésére. E kétes értékű reputáción csak tovább torzíthat az a primitív elképzelés, amely a használt kísérleti eszközök technikai fejlettsége és a módszerek bonyolultsága szerint disztinvál az alapozó és az alkalmazott kutatások, illetve kutatók között.\*

Korábban az eredeti kutatást végző biológus általában nem volt távol a diszciplína velejétől, a szertelen specializálódással azonban mindenki a perifériára szorult. Az elmúlt fél évszázadban éppen úgy, mint azelőtt volt, a biológia veleje: a kardinális kérdés. Ez egyfelől a csíraplazma elmélet és modern hasonmása, a centrális dogma, másfelől pedig a lamarcki fenomén és modern ekvivalense, az adekvát genetikai variáció dilemmája. Hogy e dilemma, illetve a genetikában kialakult helyzet hová fajult, arról a – Maynard-Smith (1971) szerint – „talán valaha tervezett, legtanulságosabb anti-lamarckista kísérletet végrehajtó” Waddington (1968) így ír:

„Olyan okok miatt, amelyeknek bármiféle történeti részletezésébe kellemetlen volna belemennem, a neo-darwinizmus hivatalos ortodoxiává vált, aminek a legcsekélyebb bírálata is csaknem felségsértésnek számít.”

\* Alapozónak tekinthető a diszciplína egészére kiható, új ismeretek vagy nézetek kifejlesztésére irányuló, illetve azt eredményező kutatás, alkalmazottnak pedig a meglévő ismeretek vagy nézetek verifikálása: igazolása, elterjesztése és alkalmazása.

De mi lehet a *modus vivendi*? Erről gondolkodva cseppet sem vigasztaló, hogy az emberiség sorsproblémáira, így az egészséges élelem, a tiszta víz és levegő ellátottság jelenlegi és várható hiányosságaira, a természeti és tudati környezet és az emberi test és lélek elképesztő és mind vészjóslóbb szennyeződésére sincs a látóhatáron panacea. A legnagyobb tévedésem a tudományban talán az a hatvanas évek közepén megfogalmazott hipotézis volt, miszerint az anyagcsere biokémiájának mély és mindenoldalú feltárása a legegyszerűsebb út az öröklékenység megértéséhez, amivel a redukcionizmus csapdájába estem. Hiszen a vitathatlanul szükséges biokémiai vizsgálat eredménye sem több, mint még egyféle leírás és nem az életjelenség lényege. Annál kevésbé, mert „az élet az, ami elvész a kémcsőben” (Chargaff 1963). És még, ha igaz is az az *ad absurdum* redukcionista állítás, hogy „az ember nem más, mint 90% víz és 10% ásványi só”, mire még vele? (Koestler 1980). Csak egyetérthetek tehát a próféciával, hogy „minden forradalmak legnagyobbika még ezután esedékes, az amely megszabadítja az emberiséget a mechanisztikus gondolkodás bilincseitől, amibe hagyta magát becsalogatni a haladásról költött dalokkal, a tudományt dicsőítő énekekkel” (Chargaff 1978).



## 7. EPILÓGUS

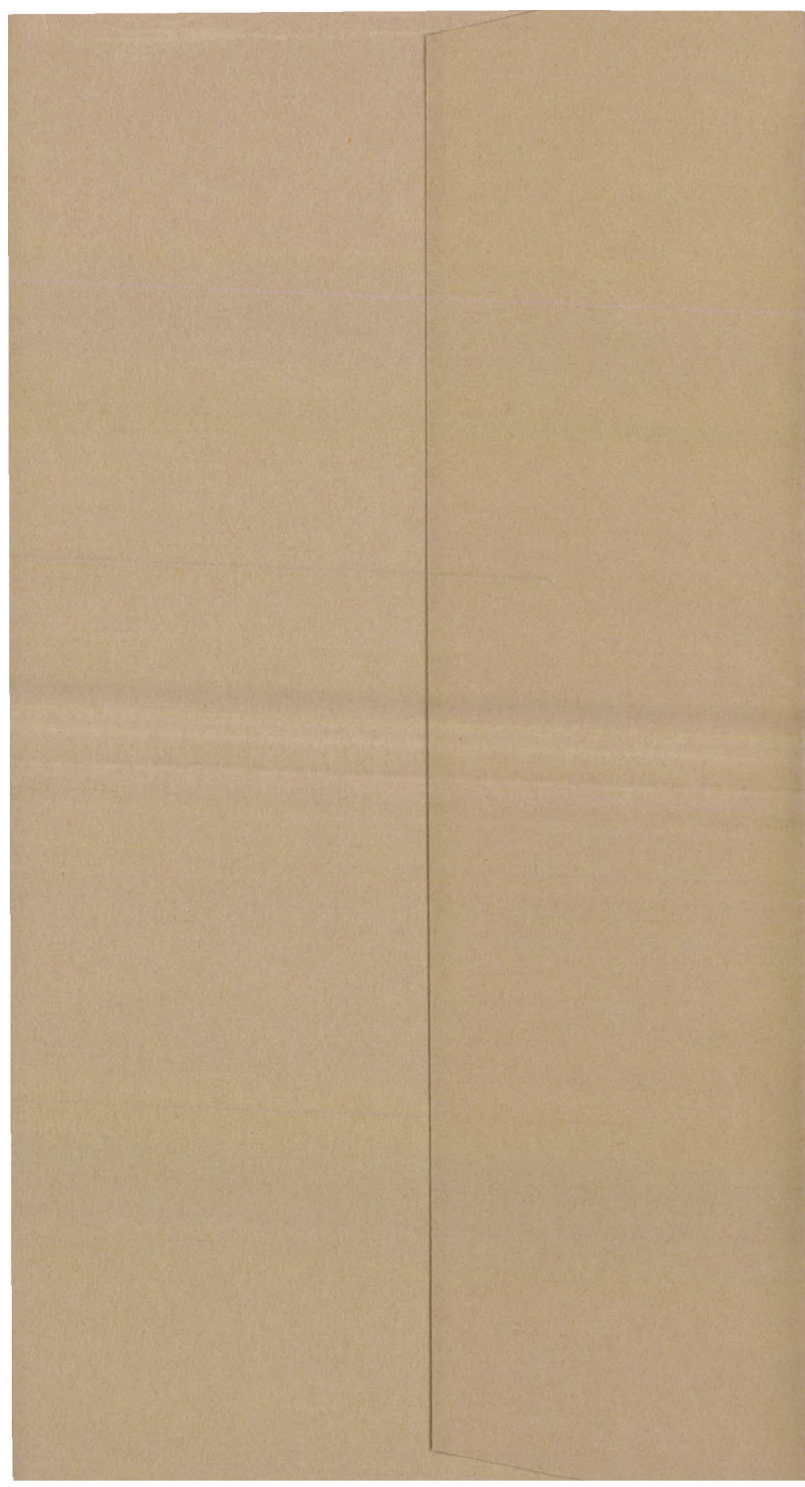
A legnapfényesebb újvilági állam, Colorado, talán legszebb, de bizonyára legszebb nevű városkája, a fenséges Rockies aljában fekvő Loveland egyik, csendes, városszéli házában, a tágas golfpályán át a kies hegyvidékre néző amerikai ott-hon meghitt visszavonultságában, klasszikus muzsikát hallgatva és klasszikus regényt olvasgatva, sok minden felrémlik ...Árpád apánk és népe – új hont foglalandó – talán a Csatornáig elvándorolhatott volna, de akkor meg a szép „magyar” tájakat sirathatnánk... és sohasem lehetett volna részünk abban az élményben, ami csak egy közép-európai entellektüel osztályrésze, és nincs az az emberfia, aki ezt rajtunk kívül megérthetné. A régi Monarchia területe ez a régió, és lakói a morvától és a horváttól a galíciai zsidóig, a lengyeltől és a magyartól az osztrák sógorig sokféle népség. Mit tehetünk? Valljuk a költővel, hogy „Ember küzdj és bízva bízzál!”

SZERZŐVEL ÉS ÉVSZÁMMAL  
HIVATKOZOTT,  
DE BIBLIOGRÁFIAILAG  
NEM PONTOSÍTOTT IRODALOM

- Chargaff, E.: (1963): *Essays on Nucleic Acids*. Elsevier Publishing Co. Amsterdam, London, New York, 212.
- Chargaff, E.: (1978): *Heracleian Fire*. The Rockefeller University Press, New York, 252.
- Koestler, A. (1980): *Bricks to Babel*. Hutchinson, London, Melbourne, Sydney, Auckland, Johannesburg, 697.
- Maynard-Smith, J. (1971): The case of the midwife Toad by Arthur Koestler. *New Scientist*, **52** 281–282.
- Rajki, S. (1985): Autumnisation. *Acta Agron. Hung.* **34**, 275–286.
- Rajki, E. – Pal, Gy. (1966): Transplantation of a part of the berry fruit of *Solanum melongena* L. *Acta Agron. Hung.* **15**, 301–309.
- Waddington, C.H. (1968): Towards a theoretical biology. *Nature* **218**, 1211–1213.

A kiadásért felelős  
az Akadémiai Kiadó és Nyomda Vállalat igazgatója  
A nyomdai munkálatokat  
az Akadémiai Kiadó és Nyomda Vállalat végezte  
Felelős vezető: Zöld Ferenc  
Budapest, 1993  
Nyomdai táskaszám: 21514  
Felelős szerkesztő: Vecsenyiné Magyar Mária  
Műszaki szerkesztő: Kiss Zsuzsa  
Kiadványszám: I/96  
Megjelent 1,9 (A/5) ív terjedelemben  
HU ISSN 0236-6258





Ára: 100,- Ft áfával